

# 1

## Introdução

A construção de carteiras de investimentos é uma das decisões financeiras mais importantes para indivíduos e instituições. Uma carteira é composta por um grupo de ativos que um investidor possui. Segundo Sprouse e Moonitz (Sprouse & Moonitz, 1962) “ativos representam benefícios futuros esperados, direitos que foram adquiridos pela entidade como resultado de alguma transação corrente ou passada”, alguns exemplos são automóveis, ações e títulos de renda fixa. Selecionar boas carteiras pode representar uma vantagem competitiva e para que seja possível tomar boas decisões é necessário a obtenção e o processamento de uma grande quantidade de dados. Mesmo possuindo uma equipe para auxiliar o gestor de carteiras, é muito difícil lidar com essa grande quantidade de informação.

Nessa dissertação investigamos métodos automáticos para gestão de carteiras que analisam de forma quantitativa os dados históricos dos ativos. As principais vantagens desses métodos são: a capacidade de processar um grande volume de informações em pouco tempo e a capacidade de reagir mais rapidamente às variações que possam ocorrer. Além disso, um gestor humano pode ser influenciado por emoções, que podem levá-lo a tomar decisões equivocadas, o que não acontece com os métodos computacionais. Por esses motivos, os métodos computacionais são uma excelente ferramenta para gerir carteiras.

A quantidade de investimentos feitos de forma automatizada vem crescendo de forma acelerada. Segundo a Revista Veja,<sup>1</sup> esses investimentos já administravam cerca de 1,5 trilhões de dólares em meados de 2006. Isto equivalia a 7% do volume mundial gerido por fundos.

O crescimento dos investidores no mercado acionário brasileiro resultou em uma forte valorização do mesmo, colocando a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA) como a quarta maior bolsa do mundo em valor de mercado em 2009, segundo o portal-exame<sup>2</sup>. A alta volatilidade do mercado brasileiro aliada ao aumento da liquidez fazem dele um ótimo meio para utilização de métodos quantitativos. Fato que vem despertando o interesse de investidores de todo o mundo e muitas empresas já estão criando fundos quantitativos no Brasil.

<sup>1</sup>[http://veja.abril.com.br/especiais/transicao\\_digital/p\\_100.html](http://veja.abril.com.br/especiais/transicao_digital/p_100.html)

<sup>2</sup><http://portalexame.abril.com.br/ae/financas/bm-fbovespa-ja-4a-maior-bolsa-mundo-425004.shtml>

Outra característica que chama a atenção é a robustez dos modelos quantitativos, uma vez que lucros podem ser obtidos inclusive em momentos de instabilidade. Mesmo em 2008, ano em que todos os mercados financeiros globais sofreram com a crise imobiliária americana, diversos fundos quantitativos tiveram resultados significativamente positivos no Brasil<sup>3</sup>.

## 1.1

### Motivação e Objetivos

Mesmo havendo muita pesquisa na área a maior parte é proprietária e não está disponível, fazendo com que haja uma diferença entre o grau de conhecimento do meio acadêmico e o das instituições financeiras.

Diversas questões sobre os parâmetros do processo de otimização ainda existem e alguns indícios das respostas podem ser encontrados através de uma análise empírica.

Após os trabalhos de Markowitz (Markowitz, 1952) e (Markowitz, 1959) a pesquisa no desenvolvimento de métodos para otimização de carteiras avançou significativamente. Nestes trabalhos, Markowitz utilizou a variância da rentabilidade dos ativos como medida de risco e a usou juntamente com estimativas de retorno dos ativos para seleção de carteiras, estruturando a base da Teoria Moderna de Seleção de Carteiras. Além disso, o processo de seleção de carteiras ficou mais fácil, pois o desempenho da carteira poderia ser medido apenas através destes dois atributos.

Esta dissertação tem como objetivo entender tanto do ponto de vista teórico quanto prático o método de seleção de carteiras proposto por Markowitz assim como algumas das suas variantes. Mais especificamente, visamos compreender como diferentes métodos de estimativa de retorno e risco, os custos transacionais e o período de revisão impactam o processo de seleção de carteiras. Para alcançar estes objetivos estudamos a literatura disponível, implementamos alguns dos métodos propostos e realizamos experimentos utilizando dados reais do mercado acionário brasileiro.

## 1.2

### Descrição do Problema

Uma carteira pode ser definida através da porcentagem de cada ativo que a compõe. Um exemplo pode ser visto na Tabela 1.1. A essência da teoria de seleção de carteira se baseia na combinação de ativos. Através da combinação de ativos distintos é possível obter um risco inferior a qualquer um dos ativos isoladamente.

<sup>3</sup><http://www.terra.com.br/istoedinheiro/edicoes/583/a-hora-do-puxa-saco-feitos-sob-medida-para-tempos-de-117699-1.htm>

Nome ativo	Código	Porcent.
Petrobras PN	PETR4	25%
Vale PNA	VALE5	25%
Bradesco PN	BBDC4	10%
ItauUnibanco PN	ITUB4	10%
Sid Nacional ON	CSNA3	10%
Gerdau PN	GGBR4	10%
Usiminas PNA	USIM5	10%

Tabela 1.1: Exemplo de uma composição de carteira

O processo de otimização de carteiras consiste em achar o grupo de ativos mais adequados dadas as propriedades individuais de cada ativo. A carteira “ótima” varia de acordo com o perfil de cada investidor, não existindo uma carteira que seja recomendada para qualquer investidor. Isso ocorre por causa das características específicas de cada indivíduo ou instituição. Um investidor que tenha aversão ao risco pode preferir investir em ativos com risco baixo e pouco retorno, enquanto outro investidor que seja mais suscetível ao risco possa preferir ativos que tenham mais risco e que seja possível alcançar maiores retornos.

### 1.3 Resultados Obtidos e Contribuições

Neste trabalho focamos na utilização de modelos com restrição de risco e com objetivo de maximização de retorno. Implementamos o modelo proposto por Mitchell (Mitchell & Braun, 2002), modelo que considera custos transacionais e minimiza o risco, e o modelamos para que obtivéssemos um modelo de maximização de retorno. Construímos também um modelo mais simples e mais eficiente que faz uma aproximação dos custos transacionais.

Os modelos de seleção de carteira foram utilizados em conjunto com métodos de estimativa de retorno e risco. O risco da carteira foi estimado através de uma matriz de correlação, e para preencher os elementos dessa matriz foram utilizados: covariância e *Single-Index* ajustado ou não pelas técnicas de Blume (Blume, 1971) e Vasicek (Vasicek, 1973). Os métodos mínimos quadrados lineares, mínimos quadrados parciais, média geométrica e média aritmética foram usados para estimar o retorno dos ativos.

Um simulador robusto e bem modularizado foi desenvolvido para que fosse possível combinar os modelos com os métodos de estimativa de risco e retorno. Esse simulador foi utilizado na execução dos experimentos e para geração dos relatórios.

Os experimentos foram feitos com dados ajustados de 41 ativos da BM&FBOVESPA, o CDI e o IBOVESPA, com dados de 01/01/2004 a 03/07/2009, separados em 3 períodos. Nos experimentos foram usados diversos níveis de risco alvo e dias de revisão de carteira para avaliar os diferentes comportamentos dos métodos e dos modelos.

Podemos ressaltar os seguintes resultados obtidos:

- Não considerar custo transacional pode ser muito ruim. Nos casos em que os custos transacionais são elevados pode-se obter resultados significativamente diferentes dos esperados.
- Os modelos utilizados de forma geral tiveram um bom controle de risco.
- Os resultados variam muito com utilização de diferentes métodos de estimativa dos retornos dos ativos.
- O período de revisão de carteira é um atributo que impacta sensivelmente os resultados. No entanto, para a maior parte dos modelos, revisar a carteira mais frequentemente é mais vantajoso.

#### 1.4

#### **Organização da Dissertação**

Essa dissertação está dividida em 7 capítulos. No capítulo 2 serão apresentados alguns conceitos essenciais para o entendimento do processo de seleção de carteira, descrito nos outros capítulos. Foi feito um estudo de técnicas de otimização de carteira mais tradicionais que será descrito no capítulo 3. Modelos que consideram o impacto de custos transacionais na otimização de carteiras são apresentados no capítulo 4. O desenvolvimento da base de dados e da ferramenta de teste é relatado no capítulo 5. No capítulo 6 são expostos os experimentos feitos, assim como observações e padrões encontrados. No capítulo final são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.